

Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12 (1):86-91 (2011)  
Artvin Çoruh University Faculty of Forestry Journal, 12 (1):86-91 (2011)

**Derleme**  
**Review**

## Hizmet Ömrünü Doldurmuş Emprenyeli Ağaç Malzemenin Geri Dönüşüm Yöntemleri Üzerine Genel Bir Değerlendirme

**Cihat TAŞÇIOĞLU**

Düzce Üniversite Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

**Mürşit TUFAN**

Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

### ÖZET

Ağaç malzemenin kullanım ömrünü uzatmak için kreozot, pentaklorfenol (PCP), bakır krom arsenik (CCA) gibi odun koruyucu kimyasallar uzun zamandır kullanılmaktadır. Özellikle ticari uygulamalarda en çok CCA tercih edilmektedir. CCA'nın formülasyonu 1933 yılında bulunmuştur ve bu tarihten sonra birçok ticari üründe kullanılmıştır. Fakat bir süre sonra bu kimyasalla emprenye edilen ağaç malzemenin birçok ülkede çevreye olan olumsuz etkisinden ve yok edilmedeki güçlüklerinden dolayı kullanımına sınırlama getirilmiştir. Çünkü CCA ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin kullanım ömrünü doldurduktan sonra bertaraf edilme sorunu ortaya çıkmaktadır. Buna rağmen CCA ile işlem görmüş malzeme halen köprülerde, karayollarında, iletişim hatlarında kullanılmaya devam etmektedir. Geleneksel bertaraf edilme metotlarından toprağa gömme ve yakma oldukça önemli çevre problemleri oluşturmaktadır. Tüm bunların sonucu olarak kullanım ömrünü doldurmuş emprenyeli ahşap malzemenin artışı ile bu malzemenin bertaraf edilmesi ya da yeniden kullanılmasına yönelik farklı metotlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada kullanım ömrünü doldurmuş emprenyeli ağaç malzemenin geleneksel yöntemler dışında geri dönüşümü için kullanılan alternatif metotların değerlendirilmesi ve tanımlanması amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** CCA, odun koruyucuları, geri dönüşüm.

### A General Evaluation for Recycling Process of Impregnated Wood Removed From the Service

### ABSTRACT

Wood preservatives such as creosote, pentachlorophenol (PCP) and chromated copper arsenate (CCA) have been widely used over the years in order to extend wood products' service life. CCA was known as most widely used wood preservative chemical in residential and commercial applications worldwide until 2004 volunteered phase out of the chemical from residential use by the major manufacturers. Over the years CCA treated wood accumulated in service reaching millions of cubic meters. But there is growing concern about the environmental impacts and increasing difficulty in disposing of treated wood products in many countries. Since disposal of CCA treated wood material poses greater problems than the other treated wood products due to heavy and toxic metal components of CCA such as chromium and arsenic. Traditional disposal methods like landfilling or incineration both have negative environmental consequences. For that reason the increasing volume of CCA-treated wood products coming out of service requires alternative disposal methods and recycling techniques never tried before. The main purpose of this study, except for traditional methods like landfilling and incineration is to evaluate the current alternative disposal and recycling methods for CCA treated wood removed from service.

**Key word:** CCA, wood preservatives, recycling.

### GİRİŞ

Ağaç malzeme kolay işlenebilmesi, ekonomik, yenilenebilir, fonksiyonel oluşu ve estetik açıdan iyi olması sebebiyle uzun zamandır insanlığın hayatında önemli bir yer tutmaktadır. İnsanlığın ilk dönemlerinden, günümüze kadar olan süreçte çok farklı kullanım alanı bulmuştur (Rowell, 2001). Bununla birlikte bu materyal zaman içerisinde

bozunmaya uğradığı için çeşitli koruyucu maddelerle işleme tabi tutulmaktadır. İstenmeyen bu bozunma olayları çevresel etkenlerle ortaya çıkar ve kimyasal reaksiyonların bir sonucudur. (Rowell, 1990).

Kullanım yerinde bozunmaya sebep olan bu organizmaların meydana getirdiği zararların engellenmesi ve malzemenin kullanım ömrünün uzatılması amacı ile ağaç

malzemeye emprenye işlemi uygulanmaktadır. Emprenye işlemi basitçe ağaç malzemenin yapısındaki boşluklara kimyasal madde yerleştirme işlemi şeklinde tanımlanabilir. Bu esnada kullanılan kimyasal maddeler genel olarak su esaslı, organik esaslı ve yağ esaslı emprenye maddeleri olmak üzere 3 grupta toplanmaktadır (Bozkurt ve ark., 1993; Örs ve Keskin, 2001). Su esaslı emprenye maddeleri grubunda bulunan CCA (Bakır/Krom/Arsenik) endüstride oldukça fazla kullanım alanı bulunan bir emprenye maddesidir. İçerisindeki bakır, krom ve arsenik oranlarına göre sınıflandırıldığında üç tipte bulunmaktadır. 1971 yılında AWWA (Amerikan Odun Korumacılar Birliği) tarafından yapılan bu sınıflandırmada bakır oranı nispeten eşit tutulmakla birlikte, özellikle arsenik miktarı yüksek, orta ve düşük olarak değişiklik göstermektedir. Bu tanımda karışım elementler ya da tuzlar şeklinde değil, aktif oksitler halindedir. Yani bakır oksit ( $\text{CuO}$ ), krom oksit (kromik asit -  $\text{CrO}_3$ ) ve arsenik pentoksit ( $\text{As}_2\text{O}_5$ ) şeklinde aktif oksitler olarak kullanılan formüller tavsiye edilmektedir. CCA ile emprenye işlemi sonucu ağaç malzemenin kullanım ömrü 20-30 yıl arasında değişmektedir. Son zamanlarda ise CCA ile işlem görmüş ve kullanım ömrünü dolduran ağaç malzemenin ne yapılacağı sorusu gündeme gelmiştir (Thomas 1998). Çünkü CCA ile emprenye edilmiş ve kullanım ömrünü doldurmuş ağaç malzemenin yeni yapılan düzenlemelerle atık olarak gömülmesi zorlaştırılmıştır (Felton ve De Droot, 1996). Bununla birlikte kullanım ömrünü dolduran emprenli ağaç malzeme miktarları önemli boyutlara ulaşmıştır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ağaç malzeme miktarının 1990 yılında 1 milyon  $\text{m}^3$ , 2010 yılında 15 milyon  $\text{m}^3$  olduğu, bu rakamın 2020 yılında 18 milyon  $\text{m}^3$  olacağı tahmin edilmektedir (Cooper, 1993). Bununla birlikte Fransa ve Almanya'da 2.1-2.4 milyon ton emprenyeli atık malzeme bulunmaktadır (Helsen 1998).

Diğer gelişmiş ülkelere nazaran ülkemizde emprenyeli malzemenin kullanımına daha geç başlanmıştır. Ayrıca atıl hale gelen emprenyeli

ağaç malzeme ile ilgili ülkemize ait istatistik bilgiler bulanmamaktadır. Ülkemizde emprenye işlemi gördükten sonra gerekli alanlarda kullanılmak üzere 1964 yılından buyana TEDAŞ tarafından yaklaşık 8 milyon adet (yaklaşık 3 milyon  $\text{m}^3$ ) ağaç direk satın alınmıştır. Bu rakam 2010 yılı için de 117.000 adet yaklaşık 38.924  $\text{m}^3$  olarak bildirilmiştir. Ayrıca Devlet Demir Yolları'ndan alınan bilgiye göre bakım, onarım ve demiryolu makasları için her yıl 5.000  $\text{m}^3$ 'lük emprenyeli traverse ihtiyacı duyulmaktadır (Anonim, 2010).

Kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ağaç malzemenin bertaraf edilmesi için yakın zamana kadar boş alanda depolanma veya basınçlı ortamda, yüksek sıcaklıklarda yakma metotları uygulanmıştır. Fakat depolama sırasında yıkanan kimyasalların yer altı sularına karışma riski bulunduğu belirlenmiştir. Yakma işlemi ile açığa çıkan kimyasal gazların çevreye verecekleri zarar ve yakılma işleminden sonra geriye kalan kül içerisindeki arsenik miktarının insan ve diğer canlılar için ciddi tehlikeler oluşturacağı tespit edilmiştir.

Kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ağaç malzeme için geliştirilen bertaraf etme veya yeniden kullanım metotları şunlardır:

1. Yeniden yapılandırma
2. İyileştirme (Remidasyon)
  - a. Kimyasal ekstraksiyon
  - b. Biyolojik yıkama
  - c. Şelat oluşumu
3. Sıvılaştırma
4. Parça küçültme
5. Kömürleştirme işlemi

#### **Yeniden Yapılandırma**

Yeniden yapılandırma işlemi ile kullanım ömrünü doldurmuş emprenyeli ahşap malzeme mekanik yollarla parçalanarak kompozit üretiminde kullanılmaktadır. Kompozit üretimi için günümüze kadar yapılmış bir çok çalışma bulunmaktadır (Li ve ark., 2004, Mengeloğlu ve Gardner 2000, Munson ve Kamdem 1998, Vick ve ark., 1996). Yapılan çalışmalar sonucunda CCA ile emprenye edilmiş yongalar kullanılarak

üretile levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin emprenye işlemi görmemiş yongalardan üretilen kontrol numunelerine göre daha düşük değerli olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak işlem görmüş malzemede bulunan emprenye kimyasalları gösterilmiştir. Çünkü CCA hücre lümenini ince bir tabaka halinde kaplayarak kullanılan yapıştırıcıya yüzeyler arası bağlanma yapmasına engel oluşturmaktadır (Vick ve Kuster 1992, Vick ve Kristiansen 1993, Taşcıoğlu ve ark., 2003, Taşcıoğlu 2007, Taşcıoğlu ve Budakçı 2009). Sonraki zamanlarda ise emprenyeli yongalar ve termoset tutkallar kullanılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu çalışmaların sonucunda ise hidroksimetil risorçinol kullanımının yüzeyler arası bağlanmayı iyileştirdiği ve buna bağlı olarak levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşmelerin meydana geldiği bildirilmiştir (Vick 1997). Yeniden yapılandırma işleminde denenen başka bir yöntem ise kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ağaç malzemenin çimentolu yonga levha yapımıdır. Huang ve Cooper (2000)'ın yapmış olduğu çalışmada; kullanım ömrü dolan CCA ile işlem görmüş yongalardan oluşturulan çimentolu yonga levhanın özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonunda emprenyeli yongaların kullanıldığı yüzeylerin daha parlak olduğu belirlenmiştir. Ayrıca üretilen levhanın bakır ve arseniğin yıkanmasını azalttığı, kromun yıkanmasını engelleyemediği belirlenmiştir. CCA içeren yongaların kullanıldığı levhaların şok direnci, elastikiyet modülü ve yüzeylere dik çekme direnci gibi mekanik testleri işlem görmemiş yongalardan üretilen levhaların test sonuçlarından daha iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca çalışmada su ya da çimento oranının artırılmasının levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir. Bununla birlikte kullanım ömrünü doldurmuş emprenyeli ağaç malzemenin yeniden yapılandırılması esnasında oluşan toz ya da küçük partiküllerle çalışanların sağlığını olumsuz etkileyecek kimyasallar taşınabilmektedir. Bu olumsuzluğun giderilmesi için çalışma ortamındaki havanın

standartları ACGIH (1991) ve OSHA (1989) tarafından belirlenmiştir. Belirlenen standartlar Tablo-1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** CCA ile İşlem Görmüş Yongaların Kullanıldığı Ortamın Hava Standardı

Bileşenler	Havadaki partikül miktarı (mg/m <sup>3</sup> )*
Kırmızı Ardıç	2.50
Diğer Ağaç Türleri	5.00
Bakır	1.00
Krom III	0.50
Krom VI (Çözülebilir)	0.05
Krom VI (Çözülemeyen)	0.05
Arsenik (Çözülebilir)	0.20
Arsenik (Gaz)	0.16

**\*8 Saatlik ortalama**

**İyileştirme**

İyileştirme (remidasyon) işlemi ile kullanım ömrünü dolduran ağaç malzeme içerisinde bulunan CCA temizlenmektedir. Böylece malzemenin çevreye verdiği zarar azaltılmaktadır. İşlem öncesinde ve sonrasında Endüksiyonla Çiftlenmiş Plazma (ICP) yöntemi ile AWWA'nın belirlemiş olduğu A21-00 (AWWA 1995) standardına göre analiz yapılmakta ve sonuçlar değerlendirilerek işlemin başarısı belirlenmektedir. İyileştirme işlemi içerisinde farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin tanımları ve yöntemlerle ilgili bilgiler kısaca aşağıda verilmiştir.

**a) Kimyasal Ekstraksiyon:** Bu işlemin temel prensibi asit ve oksitler ile metallerin çözünürlüğünü artırarak CCA'nın tutunma reaksiyonunu tersine çevirmek suretiyle kimyasalların malzemenin ayrılmasıdır. Ekstraksiyon öncesinde emprenyeli ağaç malzeme yonga ya da talaş haline getirilmekte, farklı sıcaklıklar ve kimyasallarla ekstraksiyona tabi tutulmaktadır. Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak oksalik, sitrik, formik, nitrik, sülfirik ve asetik asit kullanılmaktadır (Clausen, 2003).

**b) Biyolojik Yıkama:** Biyolojik iyileştirmede (bioremediation) mikroorganizmalar

kullanılmak suretiyle emprenyeli malzeme içerisindeki tehlike oluşturan kimyasallar çürütülme ya da çevreye zararlı kimyasallar çözülerek bertaraf edilmektedir. Bu yöntem biyolojik yıkanma (bioleaching) olarak da tabir edilmektedir. İşlem sonrasında ağaç malzeme lifleri zarar görmeden kimyasalların ayrışması sağlanmaktadır. Bu yöntemde metallere karşı dayanıklı *Basillus licheniformis* CC01 bakterisi kullanılmaktadır. Bu bakteri CCA'nın bileşenlerini ayırmakta ya da bertaraf edebilmektedir (Clausen 2000 a). CC01 bakterisi ile işlem görmüş olan odun yongalarında Bakır %90, Arsenik %45 oranında yok edilebilmektedir. Fakat Krom'a karşı çok fazla etkili olamamıştır. Alternatif çözüm için iki basamaklı bir işlem uygulanmaktadır. Birinci basamakta yongalar oksalik asit ile ekstraksiyona sokulmakta, ikinci basamakta ise *Basillus licheniformis* CC01 bakterisi ile işlem

görmektedir. Bunun sonucunda oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu yöntemin kullanıldığı çalışmalarda Bakır %90, Krom %80, Arsenik %100 oranında yongalardan temizlendiği bildirilmiştir (Clausen 2000 b; Clausen ve Smith 1998).

**c) Şelat oluşumu (Chelation):** Bu işlemde etilendiamintetraasetik asit (EDTA) gibi şelatlayıcı ajanlar kullanılmak sureti ile metaller indirgenmekte ve zararları elimine edilmektedir. Şelatlama işlemi şematik olarak Şekil-1'de görülmektedir. EDTA kullanımı yongalanan malzemeye direk uygulanabileceği gibi sitrik asit ekstraksiyonu sonrası da uygulanabilmektedir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar sonrasında EDTA kullanımının CCA'yı oluşturan bileşenleri %90 oranında yok ettiği belirlenmiştir (Kamdem ve ark., 1998; Kartal 2002).



**Şekil 1 :** Şelatlama işlemi.

**d) Sıvılaştırma:** Sıvılaştırma çok basamaklı iyileştirme işlemi olarak da adlandırılmaktadır. Bu yöntemde CCA ile işlem görmüş ağaç malzeme sülfirik asit içerisinde polietilen glikol, gliserin ve sıcaklıkla birlikte sıvı hale getirilmektedir. Sıvılaştırma işlemi sonucu ortaya çıkan sıvı, poliüretan içeren malzemelerin yapımında kullanılabilir (Clausen, 2003).

#### **Parça küçültme**

Parça küçültme yönteminde, kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ağaç malzemenin CCA ile işlem görmüş bölümleri mekanik yöntemler kullanılarak işlem görmemiş kısma kadar soyulmaktadır. Arta kalan emprenye kimyasalı içermeyen ağaç malzeme özel üretimlerde kullanılmakta ya da tekrar

değerlendirilebilmektedir (Felton ve De Groot 1996).

#### **Kömürleştirme işlemi (Chartherizasyon)**

Bu yöntemle kullanım ömrünü tamamlayan emprenyeli ağaç malzemeden yüksek kaliteli ve temiz odun kömürü ve atık ürünlerin gaz halinde geri kazanımı amaçlanmaktadır. Yöntem öğütme, havasız ortamda yakma ve ayrıştırma olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Öncelikle emprenyeli ağaç malzemenin mekanik parçalama ile boyutları küçültülmektedir. Daha sonra yongalar bir kazan içinde ısıtılarak kömürleştirilmektedir. Elde edilen kömürden ağır metaller hava basıncı yardımı ile yoğunluk farkından yararlanılarak birbirinden ayrıştırılmaktadır. Sonuç olarak saf bir odun kömürü oluşmaktadır (Şen ve Yalçın 2009).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Kullanım ömrünü dolduran emprenyeli ahşap malzeme içerisinde, çevre ve insan sağlığı için tehdit oluşturabilecek zehirli kimyasallar bulunmaktadır. Buna istinaden Amerika ve Avrupa ülkelerinde emprenyeli malzemenin kullanım yerlerine yönelik bazı düzenlemeler getirilmiş ve kullanım alanları sınırlandırılmıştır. Amerikan Ulusal Çevre Koruma Ajansının (EPA) 2003 yılında almış olduğu karar gereği CCA ile işlem görmüş malzemenin konutlarda kullanımı yasaklanmıştır. Bu karara benzer bir taslak da 2002 yılında Avrupa Topluluğu Komisyonunda benimsenmiştir. Fakat CCA ile işlem görmüş ağaç malzeme köprülerde, karayollarında, telefon direği olarak iletişim hatlarında ve çığ kontrol yapılarında kullanımına devam edilmektedir. Buna bağlı olarak gelecekte kullanım ömrünü doldurup atıl hale gelecek emprenyeli ağaç malzeme hala mevcuttur. Yukarıda bahsi geçen yeniden değerlendirme işlemleri bazı yasaklamaların getirilmesi ile ekonomik ve uygulanabilir hale getirilebilir. Çünkü kullanım ömrünü dolduran bu malzeme tehlikeli atık sınıfına alınmadığı sürece toprağa gömerek yok etme yöntemi sürekli olarak tercih edilecektir. En azından bu malzemenin toprağa gömülerek yok edilmesi yöntemi için uygulanan ücretlerde yapılacak olan artışlar ile alternatif değerlendirme imkânları kullanılabilir hale gelecektir.

## KAYNAKLAR

- Acgih. 1991. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH.
- Anonim, 2010. Kişisel görüşme. Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bozkurt, Y.A., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İ.Ü. yayın no: 3779, O.F. yayın no: 425.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N. ve Ünlügül, H. 1995. Odun Patolojisi Ders Kitabı, İ.Ü. Yayınları, İstanbul.

- Clausen, C.A., Smith, R.L., 1998. Removal of CCA from Treated Wood by Oxalic Acid Extraction, Steam Explosion and Bacterial Fermentation. Journal of Industrial Microbiology. (20):251-257.
- Clausen, C.A., 2000a. Isolating Metal Tolerant Bacteria Capable of Removing Copper, Chromium and Arsenic from Treated Wood. Waste Management Research. (18):264-268.
- Clausen, C.A., 2000b. CCA Removal from Treated Wood Using a Dual Remediation Process. Waste Management Research. (18):485-488.
- Clausen, C.A., 2003. Reusing Remediated CCA Treated Wood. Microbiologist, U.S. Department of Agriculture, Forest Service Forest Product Laboratory, Special Seminar, Madison, Wisconsin.
- Cooper, P.A., 1993. Disposal of Treated Wood Removed From Service: The issues. In: Environmental Considerations in the Manufacture, Use and Disposal of Preservative Treated Wood. Proc. 7323. Forest Product Society, Madison, WI. 85-90.
- Felton, C.C., De Groot, R.C., 1996. The Recycling Potential of Preservative Treated Wood. Forest Product Journal, 46 (7/8) : 37-46.
- Helsen, L., Van den Bulck, F., 1998. The microdistribution of copper, chromium and arsenic in CCA treated wood and its pyrolysis residue using energy dispersive x-ray analysis in scanning electron microscopy. Holzforschung. (52): 607-614.
- Kamdem, D.P., Ma, W., Zhang, J., Zyskowski, J., 1998. Recovery of Copper, Chromium and Arsenic from old CCA Treated Commodities. IRG/WP 98-50118. International Research Group on Wood Preservation, Stockholm, Sweden.
- Kartal, S.N., 2002. Effect of EDTA on Removal of CCA from Treated Wood. IRG/WP 02-50182. International Research Group on Wood Preservation, Stockholm, Sweden.
- Li, W., Shupe, T.F., Hse, C.Y., 2004. Physical and Mechanical Properties of

- Flakeboard Produced from Recycled CCA Treated Wood. *Forest Product Journal*. 54(2): 89-94.
- Mengeloğlu, F., Gardner, D.J., 2000. Recycled CCA Treated Lumber in Flakeboards: Evaluation of Adhesives and Flakes. *Forest Product Journal*. 50(2): 41-45.
- Munson, J.M., Kamdem, D.P., 1998. Reconstituted Particleboards from CCA Treated Red Pine Utility Poles. *Forest Product Journal*. 48(3): 55-62.
- OSHA. 1989. Air Contaminants-permissible Exposure Limits. Occupational Safety and Health Administration, U.S. Department of Labor, Washington, DC.
- Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Teknolojisi. Atlas Yayın Dağıtım. İstanbul.
- ROWELL, R.M. 1990. Chemical Modification of Lignocellulosic Fiber to Produce High-Performance Composites, Agricultural and Synthetic Polymers-Biodegradability and Utilization, ACS Symposium series 433. American Chemical Society 19th National Meeting, 1989 Nisan 9-14, Dallas, TX. Washington, DC: American Chemical Society, Chapter 21.
- Rowell, R.M. 2001. Performance Driven Composites From Lignocellulosic Resources, International Conference on Science and Technology of Composite Materials, 29-32.
- Şen, S., Yalçın, K., 2009. Hizmet Ömrünü Tamamlamış Emprenyeli Ağaç Malzemenin Çevresel Tehditleri ve Geri Dönüşüm Prosesleri. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, (5): 91-106.
- Tascioglu, C., Goodell, B., Lopez-Anido, R., Gardner D., 2003. Surface Energy Characterization of Preservative Treated Wood and E-Glass/Phenolic Composite. *Forest Products Journal*. 54 (12):262-268.
- Tascioglu, C., 2007. Effects of Wood Preservatives in Adhesive Curing and Changes in Surface Characteristics of Treated Wood. *Wood Research*. 52(4):101-108.
- Tascioglu, C., Budakci, M., 2009. Adhesion Properties of Woods Treated with Copper Based Wood Preservative Chemicals. *Wood Research*. 54(3): 23-32
- Thomas, G., C., 1998. Flying Frog Boomerangs, <http://www.angelfire.com/nc/hazard.html>
- Vick, C.B., 1997. Enhanced Adhesion of Melamine-Ure and Melamine Adhesives to CCA Treated Southern Pine Lumber. *Forest Product Journal*. 47(7/8): 83-87.
- Vick, C.B., Christiansen, A.W., 1993. Cure of Phenol-formaldehyde Adhesive in the Presence of CCA Treated Wood by Differential Scanning Calorimetry. *Wood and Fiber Science*. 25(1):77-86.
- Vick, C.B., Geimer, R.I., ve Wood Jr., J.E. 1996. Flakeboard from Recycled CCA Treated Southern Pine Lumber. *Forest Product Journal*, Cilt. 46(11/12): 89-91.
- Vick, C.B., Kuster T.A., 1992. Mechanical Interlocking of Adhesive Bonds to CCA Treated Southern Pine a Scanning Electron Microscopic Study. *Wood and Fiber Science*. Cilt. 24(1):36-46.